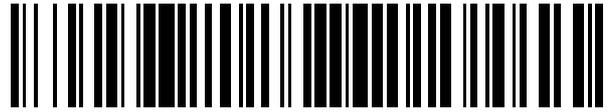


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 539**

51 Int. Cl.:

B64D 41/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2009 E 09821635 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2347956**

54 Título: **Unidad de potencia auxiliar (APU) de una aeronave**

30 Prioridad:

24.10.2008 ES 200803020

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.07.2015

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)
Avenida John Lennon, s/n
28902 Getafe, Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**CASADO ABARQUERO, HUGO y
CASADO MONTERO, CARLOS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 540 539 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Unidad de potencia auxiliar (APU) de una aeronave

Objeto de la invención

5 Las unidades de potencia auxiliar (APU), del tipo de las que convencionalmente se incluyen en las aeronaves para dotarlas de autonomía, presentan típicos efectos perjudiciales para el medioambiente, tal como es la contaminación en aeropuertos, tanto acústica como de emisión de gases. Adicionalmente, la operación de la aeronave en tierra puede requerir tres tipos de fuentes de potencia externa: eléctrica, neumática de alta o baja presión e hidráulica.

10 El objeto de la invención es ofrecer una versatilidad de uso capaz de reducir los efectos perjudiciales medioambientales, a la vez que facilita la operación de la aeronave en tierra, reduciendo el número y tipo de fuentes de potencia externa.

Para ello, la invención proporciona diferentes modos de funcionamiento en función de las necesidades que se requieran de la unidad de potencia auxiliar y según se describe más adelante.

Antecedentes de la invención

15 Las aeronaves actuales, principalmente las de gran tamaño, normalmente contienen una unidad de potencia auxiliar (APU) que comprende un módulo de potencia (motor) alimentado por combustible, un compresor neumático y/o una bomba hidráulica, una caja de engranajes y uno o varios generadores eléctricos, para proporcionar potencia eléctrica, neumática, hidráulica o una combinación de las mismas. El uso principal de la APU está previsto para cuando la aeronave se encuentra en tierra, con los motores principales apagados, y no se le pueda suministrar la potencia externa, eléctrica, neumática o hidráulica necesaria para el uso deseado de la aeronave.

20 De estas fuentes de potencia, es la potencia eléctrica la que actualmente está más fácilmente disponible en los aeropuertos. Por otra parte, es la potencia neumática de alta presión la que está más difícilmente disponible. Cuando la aeronave está en tierra y se dan condiciones ambientales más extremas, tanto por temperaturas muy frías o calientes con o sin combinación de alta humedad, se hace más necesario acondicionar la cabina (entendiéndose por cabina la zona que ha de mantenerse presurizada en vuelo) para el confort de los pasajeros, tripulación y operarios, con el consiguiente incremento de demanda de potencia, y es habitual y más crítico el uso de la APU por la carencia arriba mencionada.

25 La configuración convencional descrita previamente presenta el inconveniente de que su funcionamiento produce ruido, al tiempo que consume combustible, descargando gases contaminantes en el ambiente, con lo que se produce contaminación acústica y del aire.

30 Este modo de funcionamiento permite la total autonomía de la aeronave, pero supone un coste de operación no despreciable para las aerolíneas. Adicionalmente se prevé que en el futuro puedan existir mayores restricciones o penalizaciones en el uso de la APU, bien por regulaciones nacionales, internacionales o aeroportuarias, por motivaciones acústicas y/o medioambientales.

35 Unidades de potencia auxiliar para aeronaves han sido ya divulgadas en los documentos US 4494372, GB 2076897 o EP 1630099.

Descripción de la invención

40 Para resolver los inconvenientes anteriormente indicados, la invención proporciona una unidad de potencia auxiliar de una aeronave, según se reivindica en la reivindicación 1. Una nueva arquitectura para la unidad de potencia auxiliar (APU), que, al igual que las convencionales, comprende un módulo de potencia (motor) alimentado por combustible, un compresor neumático y/o una bomba hidráulica, una caja de engranajes y un generador eléctrico para proporcionar un modo de funcionamiento de producción de potencia eléctrica, neumática o hidráulica, o el uso simultáneo de cualquier combinación de las mismas; pero con la novedad de que además comprende un motor eléctrico, para lo que el generador eléctrico puede también funcionar como motor eléctrico (gracias a la reversibilidad que pueden presentar las máquinas eléctricas), de forma que el generador/motor eléctrico se conecta al módulo de potencia a través de la caja de engranajes y a través de un embrague principal. Igualmente, el compresor y/o la bomba hidráulica se conectan con el módulo de potencia a través de la caja de engranajes y a través del embrague principal, lo que proporciona una arquitectura que permite obtener diferentes modos de funcionamiento de generación de potencia eléctrica en combinación con una potencia seleccionada entre neumática, hidráulica, y una combinación de las mismas, de forma similar a como se realiza convencionalmente, pero además también permite un modo de funcionamiento de producción únicamente de potencia neumática y/o hidráulica, sin arrancar el módulo de potencia (motor) y mediante el motor eléctrico que se alimenta con potencia eléctrica externa, a diferencia del estado de la técnica en el que se requiere realizar dicho arranque para suministrar potencia neumática y/o hidráulica. Para el modo de funcionamiento autónomo convencional, es decir sin necesidad de suministro de potencia externa

eléctrica, neumática o hidráulica, el embrague principal se mantiene acoplado, pero para el caso del modo de funcionamiento de producción únicamente de potencia neumática y/o hidráulica, sin arrancar el módulo de potencia, la alimentación de potencia externa y mediante el motor eléctrico.

5 En una realización de la invención, el compresor y/o la bomba hidráulica se conectan con el módulo de potencia a través de un embrague secundario de la caja de engranajes y del embrague principal, de manera que se proporciona una arquitectura que permite establecer una mayor cantidad de modos de funcionamiento de generación de potencia eléctrica, neumática o hidráulica, o que se pueda usar simultáneamente cualquier combinación de las mismas, de forma similar a como se realiza convencionalmente, pero además esta arquitectura, aparte de los modos descritos, también permite un modo de arranque del módulo de potencia con alimentación eléctrica interna o externa a la aeronave.

10 Para el modo de funcionamiento convencional, es decir sin necesidad de suministro de potencia externa eléctrica, neumática o hidráulica, tanto el embrague principal como el secundario se mantienen acoplados con el módulo de potencia en funcionamiento. Si se quisiera únicamente generar potencia eléctrica, el embrague principal se mantiene acoplado y el secundario desacoplado, de esa manera no se pierde potencia por no arrastrar el módulo de potencia el compresor neumático y/o la bomba hidráulica.

Para el modo de funcionamiento de generación de potencia neumática y/o hidráulica con alimentación eléctrica externa, la APU es capaz de generar potencia neumática y/o hidráulica, manteniendo el embrague principal desacoplado y el secundario acoplado, con el módulo de potencia apagado y el motor eléctrico accionando el compresor neumático y/o la bomba hidráulica a través de la caja de engranajes.

20 Para el modo de funcionamiento de arranque del módulo de potencia, el motor eléctrico puede ser alimentado por fuentes de potencia internas, tales como baterías u otros medios de la aeronave o por fuentes externas. En este caso, el embrague principal está acoplado y el secundario puede estar acoplado o desacoplado, aunque por consideraciones de mejora de fiabilidad, y potencia necesaria, durante el arranque generalmente se encontrará desacoplado.

25 Para conseguir toda la funcionalidad anteriormente comentada, la invención prevé la incorporación de un módulo de control de la unidad de potencia, que comprende medios de establecimiento de un modo de funcionamiento seleccionado entre un modo de generación simultánea de potencia neumática, eléctrica e hidráulica, un modo de funcionamiento de generación simultánea de potencia neumática y eléctrica, un modo de generación simultánea de potencia hidráulica y eléctrica, un modo de producción únicamente de potencia eléctrica, actuando el generador eléctrico mediante el módulo de potencia, un modo de producción únicamente de potencia neumática o hidráulica con alimentación externa a la aeronave, arrastrado el compresor o la bomba hidráulica mediante el motor eléctrico; y un modo de arranque del módulo de potencia mediante el motor eléctrico y manteniendo típicamente desacoplado el compresor neumático y/o la bomba hidráulica .

35 La invención prevé la posibilidad de incorporar módulos de control independientes de los embragues y del módulo de potencia, para implementar la funcionalidad anteriormente comentada.

40 Una posible configuración incluiría una caja de engranajes con ejes coaxiales integrados en ejes concéntricos que comprenden los elementos seleccionados entre el motor eléctrico, generador eléctrico, embrague principal, embrague secundario, el compresor neumático, la bomba hidráulica y combinación de los mismos. En consecuencia los ejes coaxiales pueden combinarse con ejes no coaxiales, es decir algunos de los elementos anteriores pueden estar montados sobre ejes coaxiales y otros en ejes no coaxiales.

Los modos de funcionamiento descritos, están sobre todo previstos para su aplicación cuando la aeronave se encuentra en tierra y los motores principales apagados, pero también cabe la posibilidad de que puedan ser activados en vuelo, sobre todo el modo de funcionamiento en el que se requiera generar energía eléctrica sin generar energía neumática.

45 Al ser el motor eléctrico y el generador eléctrico el mismo componente físico, éste se constituye como fuente de generación de potencia eléctrica, o como consumidor de la misma.

Además, cabe señalar que los beneficios comentados se logran a costa de una caja de engranajes más compleja con un impacto potencial en peso y fiabilidad, que es más acusado en el caso en el que se incluyan los dos embragues en lugar de uno sólo.

50 A continuación, para facilitar una mejor comprensión de la presente memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan una serie de figuras en las que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado el objeto de la invención.

Breve descripción de las figuras

Figura 1.- Muestra una representación esquemática de la arquitectura de una APU convencional.

Figura 2.- Muestra una representación esquemática de un posible ejemplo de realización de la APU de la invención que incluye un embrague principal y un embrague secundario, y que proporciona un funcionamiento en el modo en el que se generan simultáneamente potencia eléctrica y neumática.

5 **Figura 3.-** Muestra una representación esquemática equivalente a la figura anterior, pero para el caso en el que la APU de la invención únicamente genera potencia neumática mediante el uso de potencia eléctrica externa.

Figura 4.- Muestra una representación esquemática de la APU de la invención similar a la representada en las figuras 2 y 3, pero para la generación únicamente de potencia eléctrica mediante el uso del módulo de potencia.

10 **Figura 5.-** Muestra una representación esquemática de la APU de la invención similar a la representada en las figuras 2 a 4, pero para el modo de funcionamiento de arranque del módulo de potencia.

Descripción de la forma de realización preferente

A continuación, se proporciona una descripción de la invención basada en las figuras anteriormente comentadas.

15 En primer lugar, y con ayuda de la figura 1, se describe brevemente la configuración de una APU convencional que incluye un módulo de potencia 1 alimentado por combustible 2, con salida de humos 3 y una entrada de aire 13, que también se aplica a un compresor 4 para proporcionar potencia neumática 7. Además, comprende un generador eléctrico 6 para generar potencia eléctrica 8. En esta arquitectura es necesaria la incorporación de una caja de engranajes 5 para ajustar las diferentes velocidades de giro necesarias entre el módulo de potencia 1 y el generador eléctrico 6 para generar potencia eléctrica y/o neumática. Además, convencionalmente también se prevé que la APU pueda generar potencia hidráulica, neumática o eléctrica o cualquier combinación de ellas, para lo cual en lugar del compresor 6 o en paralelo al mismo, comprende una bomba hidráulica que no ha sido representada, para no complicar la figura y facilitar la explicación de la invención .

20 Este tipo de arquitectura presenta el inconveniente de que se genera contaminación acústica y de gases al producirse las diferentes potencias a partir del funcionamiento del motor que constituye el módulo de potencia, según fue descrito con anterioridad.

25 Para resolver dichos inconvenientes, la invención proporciona una nueva estructura de APU, que igualmente incorpora un módulo de potencia 1 alimentado por combustible 2, con salida de humos 3 y entrada de aire 13, pero con la particularidad de que dicho módulo 1 se une al compresor 4 mediante un embrague principal 10 y un embrague secundario 11, que en el ejemplo de realización están incluidos en la caja de engranajes 5a, pero igualmente pueden estar fuera de la misma.

30 Además, el embrague principal 10 constituye el medio de conexión del módulo de potencia 1 con el generador eléctrico 6 y con un motor eléctrico 9, ambos con un eje común e integrados en un mismo elemento físico, y ambos conectados a través de los engranajes de la caja de engranajes 5a para permitir la producción de energía (generador eléctrico) y el consumo de la misma (motor eléctrico), de manera que puede realizar el consumo y generación de potencia de forma convencional, según se conoce en otras aplicaciones.

35 Sobre la base de la arquitectura descrita, se comprende fácilmente que mediante un módulo de control (no representado), se permite actuar sobre los diferentes elementos descritos para conseguir diferentes modos de funcionamiento.

40 Así, la arquitectura descrita también permite efectuar la generación de potencia eléctrica 8 y neumática 7 de forma simultánea, para lo cual el embrague principal 10 y embrague secundario 11 se encuentran acoplados de modo que el módulo de potencia 1 transmita su giro, a través de la caja de engranajes 5a, al generador eléctrico 6 y al compresor 4, tal y como se representa en la figura 2.

45 Además, mediante el módulo de control se permite seleccionar un modo de funcionamiento de producción únicamente de potencia neumática, tal y como se muestra en la figura 3, en la que el embrague principal 10 se encuentra desacoplado y el embrague secundario 11 acoplado, y de forma que en este caso se alimenta el motor eléctrico 9 mediante potencia eléctrica 12 disponible en el aeropuerto, potencia que es más fácilmente disponible en el aeropuerto que la potencia neumática (especialmente la de alta presión), de forma que en este caso se genera la potencia neumática 7 usando el compresor 4 accionado eléctricamente por el motor eléctrico 9 a través de la caja de engranajes 5a.

Las líneas de trazos muestran el flujo de actuación de los diferentes elementos de la APU.

50 Además, el módulo de control permite establecer un modo de funcionamiento de generación únicamente de potencia eléctrica, tal y como se muestra en la figura 4, para lo cual el embrague principal 10 se encuentra acoplado y el

embrague secundario 11 desacoplado, de forma que la unidad de potencia 1 acciona únicamente el generador eléctrico 6 proporcionando la potencia eléctrica 8. Esta configuración tiene la ventaja de que el compresor 4 no está operativo en este modo de funcionamiento, eliminando la potencia parásita de arrastre del compresor y reduciendo la potencia necesaria que requeriría una APU convencional.

- 5 Además el módulo de control permite seleccionar un modo de funcionamiento para efectuar el arranque del módulo de potencia 1 mediante el motor eléctrico 9 que se alimenta de potencia eléctrica 12 de equipos de tierra previstos en el aeropuerto. En este caso, el embrague principal 10 se encuentra acoplado y el embrague secundario 11 desacoplado, de manera que el motor eléctrico 9 provoca el desplazamiento angular y arranque del módulo de potencia 1 a través de los engranajes y del embrague principal 10 de la caja de engranajes 5a.
- 10 Esta configuración ofrece una versatilidad tal que simplifica y optimiza las secuencias normales de operación de la APU. Así, para arrancar la APU, al encontrarse desacoplado el embrague secundario 11 y quedar el compresor 4 aislado, se evita la aplicación de la resistencia parásita del compresor neumático 4 durante el arranque del módulo de potencia 1, con lo que los gastos de energía para lograr el arranque son menores y la fiabilidad de arranque se ve incrementada. También se prevé la posibilidad de que para arrancar la unidad de potencia 1, el motor eléctrico 9 pueda ser alimentado por fuentes de potencia internas, como baterías o similares (no representadas), y que el embrague secundario 11 pueda estar acoplado, aunque obviamente por las razones expuestas es preferente que dicho embrague secundario 11 esté desacoplado.
- 15

Es obvio que el generador eléctrico 6 y el motor eléctrico 9 están dotados de los correspondientes medios de refrigeración de aceite que típicamente están incluidos en la caja de engranajes 5a.

20

REIVINDICACIONES

- 1.- UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU) DE UNA AERONAVE, que comprende un módulo de potencia (1) alimentado por combustible (2), una caja de engranajes (5), un generador eléctrico (6), un compresor (4), y una bomba hidráulica para proporcionar un modo de funcionamiento de producción de potencia seleccionada entre eléctrica (8), neumática (7), hidráulica y combinación de dichas fuentes de potencia; en la que la unidad de potencia auxiliar incluye además:
- un motor eléctrico (9) alimentado por un suministro de potencia eléctrica e integrado en el generador eléctrico (6), en la que se conectan el motor eléctrico (9) y el generador eléctrico (6) al módulo de potencia (1) a través de la caja de engranajes (5a) y de un embrague principal (10); de forma que el compresor (4) y la bomba hidráulica se conectan también con el módulo de potencia (1) a través de un embrague secundario (11) de la caja de engranajes (5a), y a través del embrague principal (10) y un módulo de control dotado de medios de establecimiento de un modo de funcionamiento seleccionado entre:
- un modo de generación simultánea de potencia neumática (7), eléctrica (8) e hidráulica, actuando el compresor (4), la bomba hidráulica y el generador eléctrico (6) a través del módulo de potencia (1), un modo de generación simultánea de potencia neumática (7) y potencia eléctrica (8), actuando el compresor (4) y el generador eléctrico (6) a través del módulo de potencia (1), un modo de generación simultánea de potencia hidráulica y potencia eléctrica (8), actuando la bomba hidráulica y el generador eléctrico (6) a través del módulo de potencia (1), un modo de producción únicamente de potencia eléctrica (8) con el generador eléctrico (6) actuando mediante el módulo de potencia (1), un modo de producción únicamente de potencia seleccionada entre neumática (7) e hidráulica, siendo accionados el compresor (4) o la bomba hidráulica mediante el motor eléctrico (9); y un modo de arranque del módulo de potencia (1) mediante el motor eléctrico (9) y manteniendo desacoplado el compresor (4) y la bomba hidráulica.
- 2.- UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU) DE UNA AERONAVE, según reivindicación 1, en la que la caja de engranajes comprende ejes coaxiales integrados en ejes concéntricos que comprenden los elementos seleccionados entre el motor eléctrico (9), generador eléctrico (6), embrague principal (10), embrague secundario (11), el compresor neumático (4), la bomba hidráulica y combinación de dichos elementos.
- 3.- UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU) DE UNA AERONAVE, según reivindicaciones 1 o 2, en la que la caja de engranajes comprende ejes no coaxiales integrados en ejes separados que comprenden los elementos seleccionados entre el motor eléctrico (9), generador eléctrico (6) embrague principal (10), embrague secundario (11), el compresor neumático (4), la bomba hidráulica y combinación de dichos elementos.

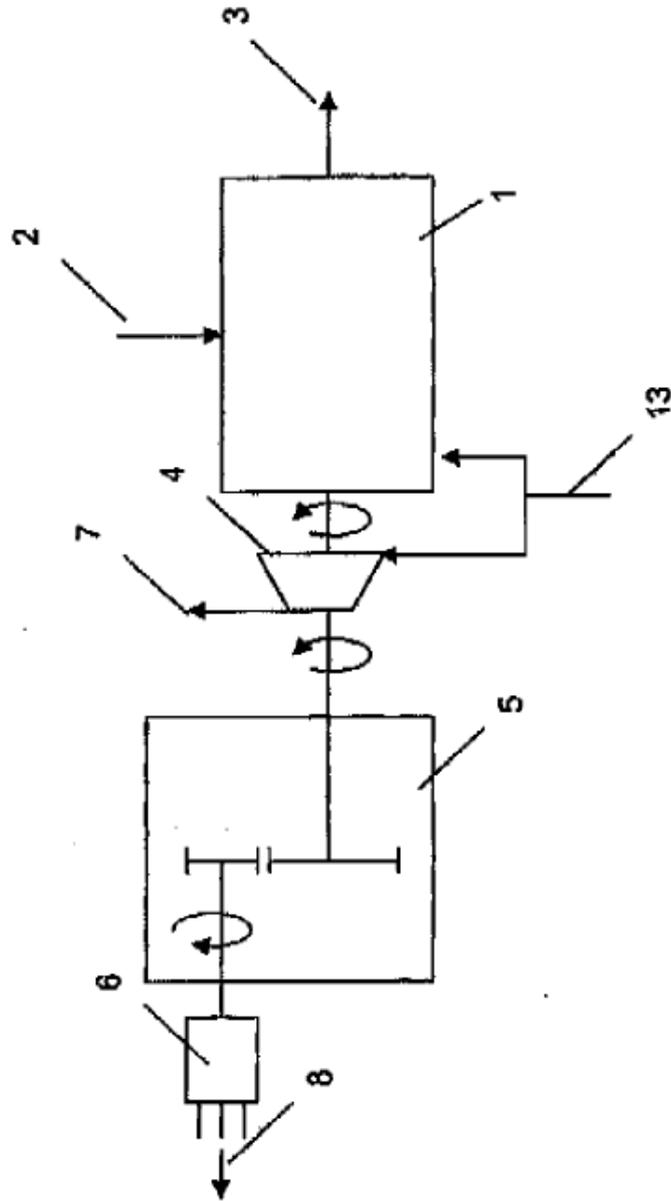


FIG.1

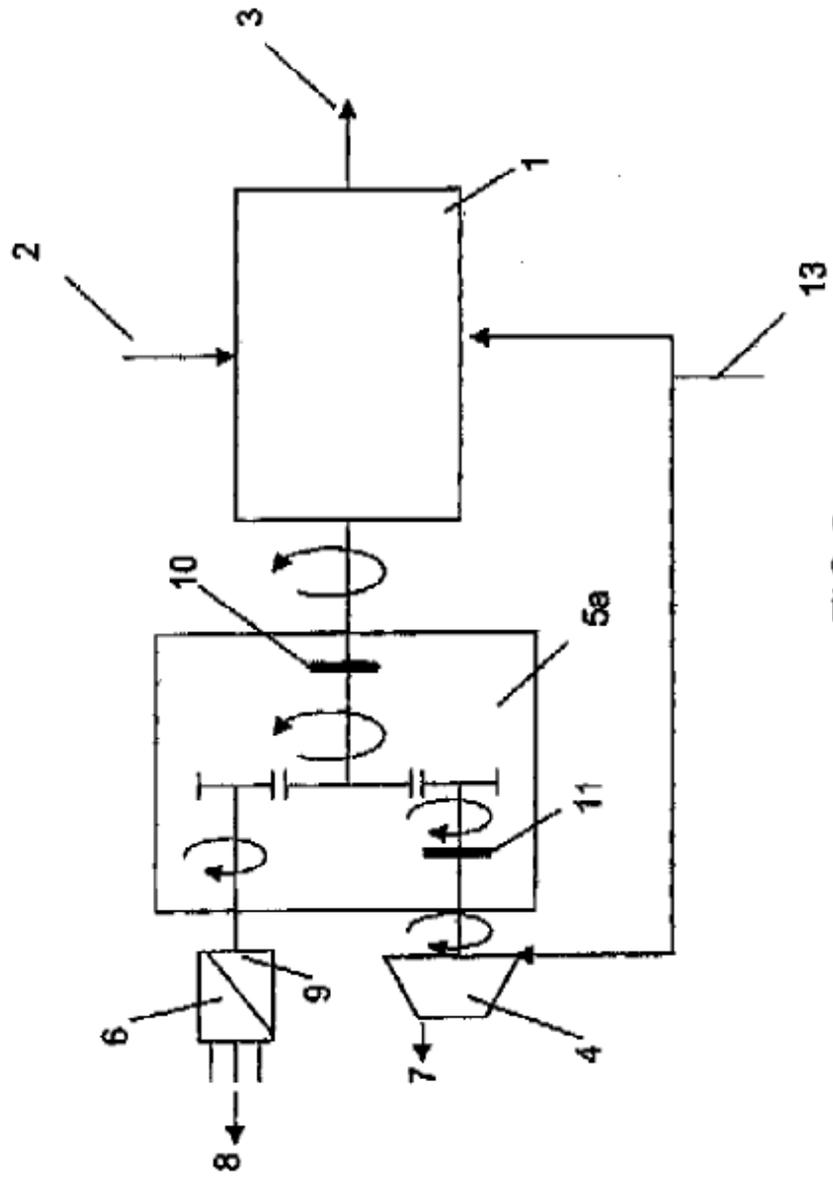


FIG.2

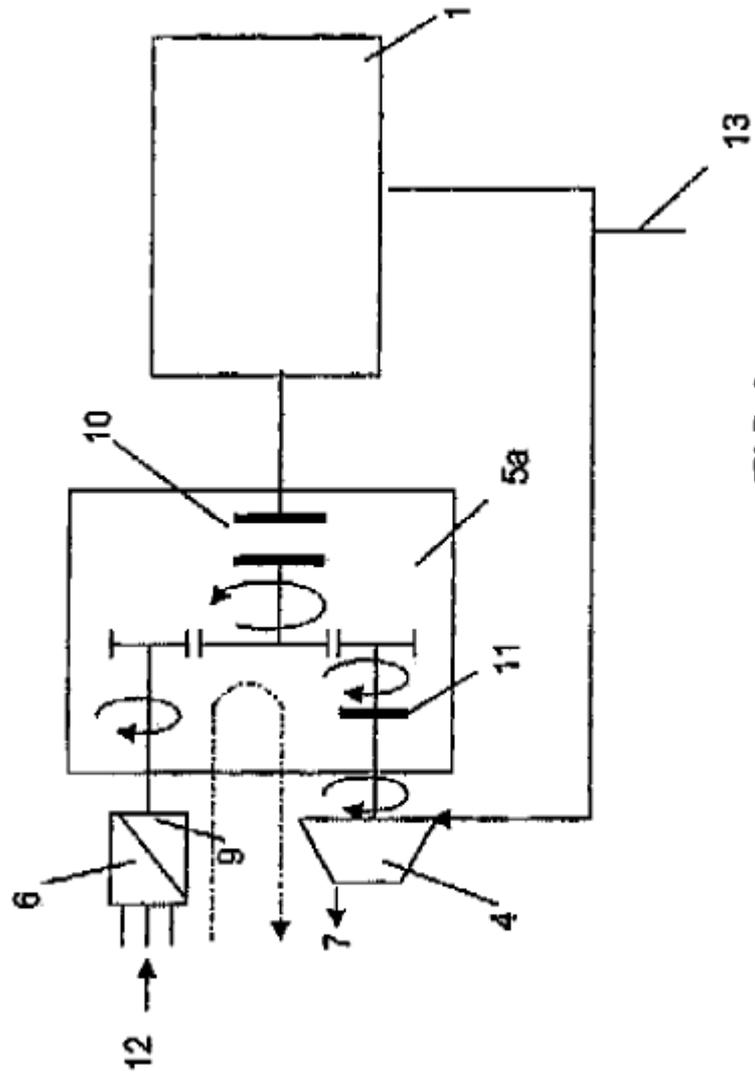


FIG.3

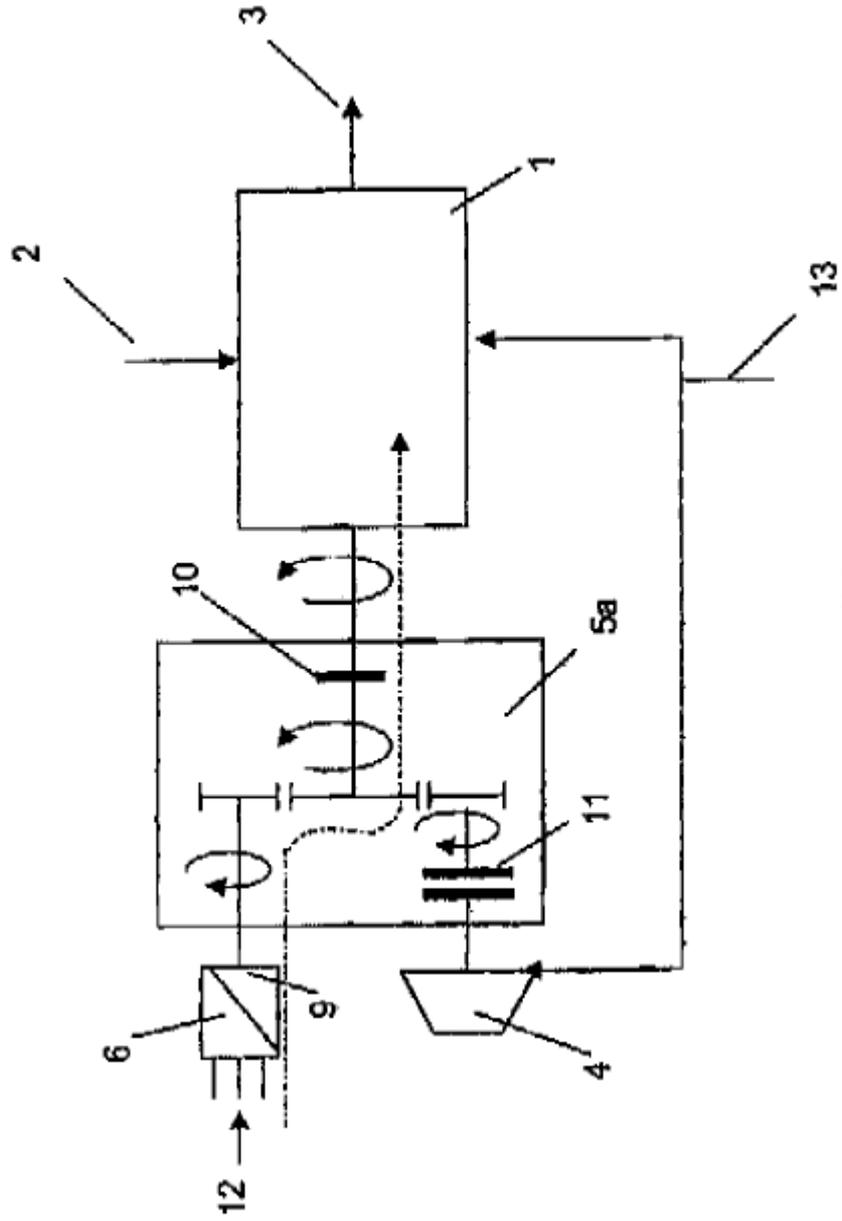


FIG.5